TECNICA DE VUELO

5.2 DESPEGUE -Takeoff (I).

El despegue es la maniobra que consiste en abandonar la superficie de soporte del avión (tierra, agua, nieve, portaaviones...) e incluye todos los actos desde que se recibe autorización para despegar hasta que se alcanza una altura de seguridad suficiente. En un despegue bien hecho, la carrera de despegue es la mínima consistente con un control positivo del avión, este se va al aire suave y eficientemente, y el rendimiento en ascenso es el óptimo.

5.2.1 Tomar la decisión de despegar.

Un proverbio aeronáutico dice: "*El despegue es opcional, pero el aterrizaje, antes o después, es obligatorio*". Puede parecer una "perogrullada", pero con ello se quiere resaltar la importancia de tomar la decisión de despegar. En beneficio de la seguridad aeronáutica y el suyo propio, algo muy importante que debe hacer un piloto es conocer y decidir cuando dejar el avión aparcado. Si un vuelo no es seguro o es cuestionable, no debe aceptar presiones ajenas ni presionarse a si mismo para efectuarlo. Un vuelo puede ser retrasado o cancelado por muchas razones: meteorología, averías mecánicas, fatiga del piloto, etc.

Otro proverbio que viene al caso: "*Es preferible estar en el suelo deseando volar, que volar deseando estar en el suelo*".

Debemos preguntarnos:

- ¿Estoy preparado para este vuelo?
- ¿Es la pista larga y sin obstáculos, o es corta y con obstáculos?
- ¿Está la pista bien asfaltada o es blanda y con agujeros?
- ¿De donde sopla el viento y que intensidad tiene?
- ¿El viento es racheado o en cizalladura?
- ¿Cuál es la carga total del avión?
- ¿El aeródromo está a mucha altitud?
- ¿Es el día caluroso y húmedo o frío y seco?

Dependiendo de las respuestas a las preguntas anteriores, una decisión juiciosa sobre si salir a volar o no y como ejecutar la maniobra en caso afirmativo puede evitarnos un montón de problemas. En cualquier caso, debemos tener claros los procedimientos adecuados a cada situación así como las velocidades críticas del aeroplano.

En estas páginas se detallan los procedimientos a seguir para distintas situaciones de despegue, pero el lector de las mismas debe tener presente que estos no sustituyen en ningún caso a los especificados en el Manual de Operación del aeroplano, si acaso los complementan.

5.2.2 Nomenclatura de velocidades.

En casi todos los manuales se suelen manejar las siguientes nomenclaturas de velocidades recomendadas:

Vr corresponde a la velocidad de rotación, es decir aquella a la cual comienza a "despegarse" el avión de la superficie de soporte para llevarlo al aire.

Vx corresponde a la velocidad de mejor ángulo de ascenso, o sea, aquella que proporciona la mayor ganancia de altitud en la menor distancia horizontal posible.

Vy corresponde a la velocidad de mejor tasa de ascenso, es decir, aquella que nos proporciona la mayor ganancia de altitud en el menor tiempo posible.

Mientras *Vr* es una velocidad utilizada "en exclusiva" en la maniobra de despegue, *Vx* y *Vy* son velocidades relativas a cualquier maniobra de ascenso. Como es natural cada aeroplano tiene sus propias *Vr*, *Vx* y *Vy*.

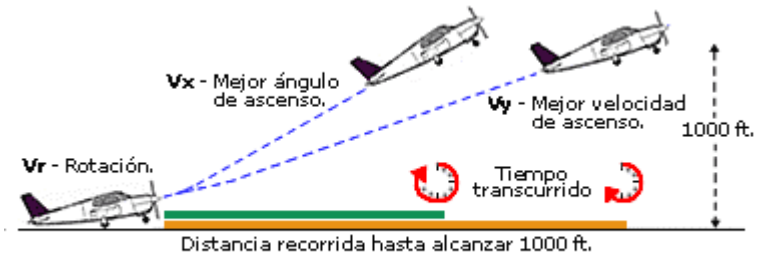


Fig.5.2.1 - Nomenclatura de velocidades de despegue y ascenso.

En la fig.5.2.1 se muestran estos tres conceptos de velocidad, reflejándose la diferencia existente tanto en distancia horizontal recorrida como en tiempo transcurrido para alcanzar 1000 pies, según que la velocidad de ascenso sea *Vx* o *Vy*. Asimismo, que la senda de ascenso con *Vx* es más pronunciada que con *Vy*.

El gráfico de la fig.5.2.2 refleja esto mismo, pero quizá pueda servir mejor para fijar conceptos pues nos permite establecer una asociación de ideas con estas velocidades. El eje de abscisas representa la distancia horizontal recorrida por el avión y el de ordenadas el tiempo necesario para ascender un número determinado de pies. El gráfico muestra de nuevo que para el mismo ascenso, con velocidad Vx se recorre menos distancia horizontal (*velocidad Vx = menor eje x*) mientras que con velocidad Vy se consume menos tiempo (*velocidad Vy = menor eje Y*).

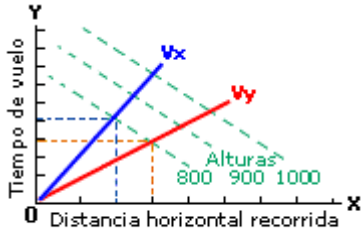


Fig.5.2.2 - Velocidades *Vx* y *Vy*.

Debemos tener presente que el fabricante ha tenido en cuenta varios factores (potencia del motor, sustentación, resistencia, refrigeración, etc...) a la hora de calcular estas velocidades. Por ejemplo, una velocidad menor que *Vx* proporciona una senda de ascenso más pronunciada y por tanto parece que el avión debería recorrer menos distancia horizontal. Pero resulta que el incremento de resistencia con esa velocidad empeora el rendimiento del avión de tal forma, que esta velocidad menor da peores resultados.

5.2.3 General.

Diferentes situaciones requieren distintas técnicas de despegue, pero con independencia de la técnica utilizada, siempre hay que observar ciertas cautelas básicas:

La seguridad, y con mucha frecuencia la calidad, del despegue depende de la preparación y chequeo previos.

Los despegues deben hacerse contra el viento -viento en cara-, salvo fuerza mayor, porque esto:

- Posibilita una carrera de despegue mas corta y una menor velocidad relativa al suelo.
- Minimiza el efecto de deriva porque no hay tensión adicional del viento sobre la rueda de morro.
- Permite el mejor control direccional, especialmente al comienzo de la carrera de despegue.
- Mejora la liberación de obstáculos al tener una carrera mas corta y un ángulo de ascenso mas pronunciado.
- En un aeródromo sin servicio de torre todos los aviones siguen la misma dirección del circuito de tráfico.

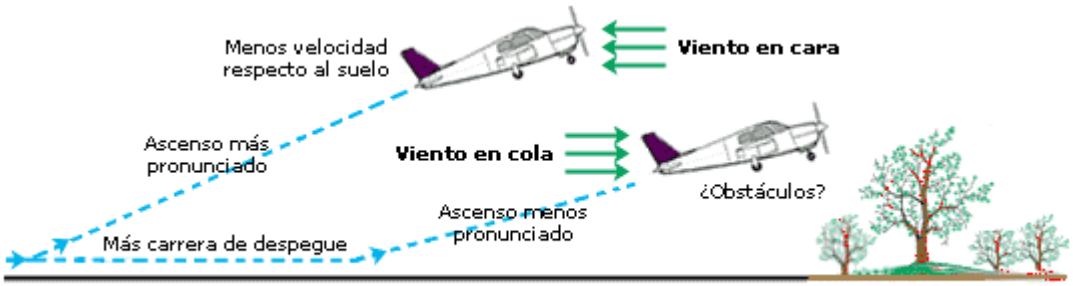


Fig.5.2.3 - Diferencias de despegar viento en cara o viento en cola.

En aeródromos con torre, se necesita autorización de esta antes de rodar o despegar. Cuando la torre autoriza el despegue se supone que la pista está disponible, pero la autorización no es extensible a todo el espacio aéreo; una vez en el aire, el piloto es totalmente responsable de comprobar, y evitar si es necesario, otros aviones en tráfico. Incluso sobre la pista, debe mantener los ojos bien abiertos, pues cabe la posibilidad de que otro avión aterrice sin haber recibido autorización, por ejemplo por una emergencia.

No abrir gases instantáneamente sino de forma suave y progresiva. En un carburador normal la apertura súbita de gases puede provocar un rateo del motor por mezcla pobre. Para evitar esto, muchos carburadores incorporan una bomba de aceleración que inyecta combustible extra a la mezcla. Pero si se abren gases demasiado rápido, esta mezcla enriquecida puede engrasar las bujías y provocar fallos del motor. Algunos constructores recomiendan que la apertura total de gases se haga en no menos de dos segundos. Mantener la mano en la palanca de gases durante toda la carrera de despegue por si hubiera que abortar el mismo.

Los primeros metros de la carrera de despegue son muy importantes. Si el comienzo de la carrera es bueno, con el control asegurado y el avión enfilado correctamente, el despegue será eficiente casi con toda seguridad.

Mantener los talones de los pies en el suelo para asegurar que no se presionan los frenos, lo cual supondría alargar la carrera y dificultar el control direccional.

Salvo en despegues con viento cruzado, los alerones deben mantenerse nivelados, y dependiendo del peso transportado y su distribución, el timón de profundidad en posición neutral o ligeramente retrasado.

Al principio de la carrera, debido a la poca velocidad del avión, es difícil apreciar la variación de presión en los mandos, por lo que puede darse una tendencia a mover estos en un amplio rango intentando encontrar la presión esperada. Lo único que se consigue con esto es un mal sobrecontrol, agravado por la reacción perezosa del avión a los movimientos de control a esta velocidad. Desarrollar la percepción de la cantidad de presión en los mandos a distintas velocidades es cuestión de práctica y experiencia.

Pié derecho. Durante la carrera y el ascenso, con alta potencia y poca velocidad, el avión tenderá a guiñar a la izquierda debido al movimiento de la hélice. Esta tendencia se corrige aplicando pié derecho en la cuantía necesaria.

Desde que el avión comienza a rodar hasta que alcanza la velocidad de rotación *Vr* se tarda un tiempo. Este tiempo debe emplearse en chequear los instrumentos (anemómetro "vivo", rendimiento del motor adecuado, presiones y temperaturas en "verde", etc..), mantener el centro de la pista, comprobar cuanta pista queda disponible, fijarse en las referencias exteriores, etc.

Mantener el eje de la pista. Nadie está a salvo de que en plena carrera de despegue una racha de viento desplace el avión lateralmente. Con el avión centrado en la pista la ráfaga le desplazará hacia los bordes, pero si no está centrado, posiblemente la ráfaga le saque de la pista si esta no es suficientemente ancha.

Una vez en el aire, se debe seguir manteniendo la dirección del eje de pista hasta alcanzar la altura de circuito, para facilitar que tanto la torre como otros tráficos localicen nuestra posición fácilmente. El tramo de ascenso del circuito de tráfico se supone que es una extensión de la línea central de la pista de despegue.

Compensar el avión. Mientras en vuelo de crucero se compensa el avión a menudo, en las fases de despegue y/o aterrizaje se suele utilizar poco el compensador. Una vez despegado el avión, durante la fase de ascenso, transferir al compensador buena parte de la energía empleada en sujetar los mandos, permite utilizar la tensión liberada en otras tareas necesarias.

En conveniente, planear el despegue cuidadosamente: asegurarnos que conocemos las velocidades precisas a usar, tener en cuenta la densidad de altitud, la pendiente de la pista, el peso del avión, de donde sopla del viento, etc.. sobre todo si la pista es corta, mal pavimentada, con obstáculos cercanos, o todo esto a la vez.

IMPORTANTE: Los procedimientos de despegue (o cualquier otra maniobra) no son "universales", las generalidades son válidas para todos, pero los detalles son específicos para cada tipo de avión. En los procedimientos de este "manual", estos detalles corresponden a un tipo de avión típico en aviación ligera: monomotor equipado con tren triciclo.

5.2.4 Despegue normal.

Este procedimiento es el utilizado habitualmente en el caso de una pista bien pavimentada, suficientemente larga, sin obstáculos y con el viento en cara.

En el punto de despegue, alineado el avión con el centro de la pista:

- Aplicar gases a fondo, con lo cual el avión iniciará una carrera incrementando paulatinamente su velocidad.
- A medida que el avión se acelera, tirar un poco del volante de control hacia atrás (aprox.3º de morro arriba) para aligerar el peso sobre la rueda de morro.
- Aplicar lo dicho en el párrafo anterior (chequear instrumentos, pié derecho, mantener alineación con el centro de la pista, etc...).
- Al alcanzar la velocidad de rotación ***Vr*** tirar otro poco hacia atrás del volante de control, lo justo para rotar el avión a una actitud de despegue (aprox.hasta 7,5º de morro arriba). Levantar el morro prematuramente o en exceso retrasará el despegue debido a un incremento de la resistencia. La velocidad de rotación ***Vr*** suele ser unos pocos nudos más baja (aprox.un 6 o 7%) que ***Vy***.
- El avión recorrerá unos metros y comenzará a despegar del suelo, primero la rueda de morro y después el resto del aeroplano, con una actitud de morro aproximada a la que corresponde a la velocidad de mejor tasa de ascenso ***Vy***.
- Una vez en el aire, mantener la velocidad canónica de ascenso ***Vy*** hasta alcanzar la altura de seguridad.

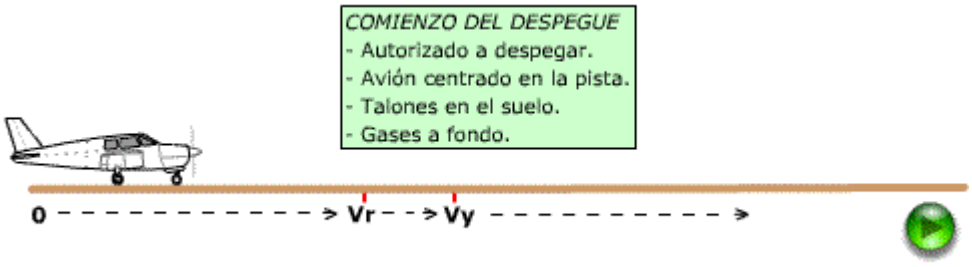


Fig.5.2.4 - Despegue normal

Normalmente, las velocidades de rotación indicadas en las listas que proporcionan las escuelas, se calculan con un margen de seguridad, "se curan en salud". Esto se debe a que si se rota con una velocidad baja, puede suceder que en el momento de la rotación venga una ráfaga de viento y nos "robe" unos pocos nudos de velocidad, lo cual puede causar que el aeroplano caiga de nuevo sobre la pista, y esto es peligroso. Además, poner al avión en el aire con muy baja velocidad decrece la controlabilidad en caso de fallo de motor.
Esas velocidades más "seguras" implican que el despegue se realiza casi mientras se está rotando, y que en el momento de la rotación aunque perdamos algunos nudos (por ráfagas u otra razón) nos vamos al aire. Se recorre algo más de pista, pero estamos suponiendo que esta es suficiente.

Aunque con la práctica se acaba "sintiendo" cuando el avión se quiere ir al aire, y se ha mencionado que no debemos prestar toda nuestra atención a los instrumentos, en los escasos segundos que transcurren desde que comenzamos a rotar hasta alcanzar la velocidad nominal de ascenso debemos prestar buena atención al indicador de velocidad (anemómetro).

Suponiendo que hiciéramos la maniobra fiándonos exclusivamente de nuestra percepción de la actitud de morro:

1. Con poco morro arriba, nuestra senda de ascenso es menos pronunciada. No supone mucha pega porque estamos en el supuesto que no hay obstáculos, pero obrar así no es recomendable porque alcanzar una altura de seguridad nos llevará más tiempo y distancia.
2. Con mucho morro arriba, el excesivo ángulo de ataque genera tanta resistencia que perderemos rápidamente la poca velocidad que tenemos, y el avión volverá a la pista violentamente o en pérdida.

Además, una misma actitud de morro en el mismo avión no supone automáticamente una determinada velocidad, pues esta dependerá también de la altitud del aeródromo, temperatura del aire, dirección y velocidad del viento, estado general del avión, etc...
Así que, si tiene suficiente experiencia para rotar y llevar el avión al aire basándose en sus sensaciones, enhorabuena, pero si quiere mantener su físico a salvo, tan pronto tenga al avión en el aire mire el indicador de velocidad.

5.2.5 Uso de flaps en despegue normal.

Extender los flaps para el despegue posibilita una mejor visión por encima del morro del avión. Esto se debe a que el flap aumenta el ángulo de incidencia, por lo que el aeroplano debe volar con una actitud de menor ángulo de morro arriba (para cualquier ángulo de ataque).

Si el manual del avión recomienda el uso de flaps para despegue de campo corto y/o campo blando, no hay ninguna razón que impida el uso de los mismos cuando el campo es largo y bien pavimentado.

En caso de usar flaps, normalmente se recomienda extenderlos solo el primer punto, pues con una extensión mayor el incremento de resistencia puede anular los posibles beneficios en algunos aviones.

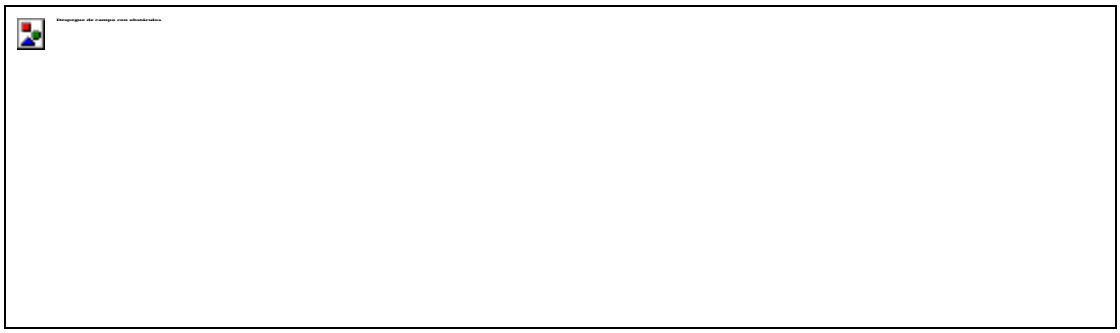
5.2.6 Despegue de campo con obstáculos.

Esta descripción corresponde al procedimiento a usar para despegar de un campo bien pavimentado, con algún obstáculo relativamente cercano al área de despegue.

- Extender los flaps tal como se especifique en el manual del avión. Si no se conoce este dato, en aviones ligeros es muy utilizado el chequear que los flaps extendidos tienen un ángulo igual a la deflexión máxima de los alerones.
- Usar toda la pista de despegue. Si la pista de rodaje nos lleva sobre la pista de despegue a alguna distancia de su comienzo, deberíamos rodar atrás por esta pista de despegue hasta situarnos en el punto de comienzo. Las tres cosas más inútiles en aviación son: la pista que dejamos detrás, la altura que tenemos por encima, y el combustible no cargado en los depósitos.

- Meter gases suavemente, pero no tan lento que ello signifique perder metros de pista antes de que el motor alcance su máxima potencia. Muchos pilotos abogan por poner gases a fondo manteniendo el aeroplano estacionario mediante los frenos, y cuando el motor alcanza su máxima potencia soltar estos. Si se aplican gases adecuadamente el aeroplano debe moverse muy poco antes de alcanzar la potencia máxima, pero de todas formas, si la pista lo permite, se puede aplicar este procedimiento como medida de prudencia adicional.

- Llegados a este punto, los instructores no se ponen de acuerdo con la mejor técnica a seguir, y puesto que "doctores tiene la Iglesia" nos limitaremos a mencionar las dos en controversia y que cada cual escoja la que le parezca más razonable.
  En ambas, se trata de rotar el avión, ascender con velocidad ***Vx*** hasta salvar el obstáculo y una vez superado este, ascender con velocidad ***Vy*** hasta alcanzar la altura de seguridad. La única diferencia entre ellas radica en la velocidad de rotación.
- **Técnica 1 -** Aboga por realizar el despegue rotando a **Vr**, ascender con velocidad **Vx** hasta salvar el obstáculo, y una vez sobrepasado este mantener **Vy**. Es parecida al despegue normal, salvo que la velocidad de ascenso hasta salvar el obstáculo es **Vx**.
- **Técnica 2** - Este procedimiento únicamente se diferencia del anterior en que se inclina por rotar a velocidad **Vx** en vez de rotar con velocidad **Vr**.
  Para ello mantenemos las ruedas sobre la pista hasta que la velocidad alcanza ***Vx****;* entonces rotamos suavemente a la actitud de morro arriba apropiada y ascendemos manteniendo ***Vx*** hasta salvar el obstáculo, etc...
  La lógica que subyace en este procedimiento es la siguiente: se quiere pasar sobre el obstáculo con altitud y velocidad razonables, lo que requiere una cierta cantidad de energía. Para maximizar la energía deberemos minimizar la resistencia durante la maniobra. Mantener el aeroplano sobre la pista hasta que alcance ***Vx*** se hace brusco, pero soportar su peso sobre las ruedas supone menos resistencia que soportarlo sobre las alas; dicho de otra manera, la resistencia al rodaje es menor que la resistencia inducida, salvo que la pista sea blanda, áspera o bacheada.



En cualquier caso, las razones de ascender a ***Vx*** (mientras un despegue normal se hace a ***Vy***) son sencillas: en primer lugar, el motor provee energía por unidad de tiempo; queremos por tanto tener mas tiempo para alcanzar la energía suficiente antes de alcanzar el obstáculo, y esta velocidad **Vx** más reducida nos proporciona más tiempo. En segundo lugar, el obstáculo está situado a una distancia horizontal concreta, y lo que deseamos es que cuando el avión haya recorrido esa distancia tenga la mayor altitud posible. Y la velocidad que nos proporciona la mejor ganancia de altitud en la menor distancia horizontal posible es **Vx**.
La velocidad óptima es ***Vx***; cualquier velocidad mas baja causa un incremento en la resistencia inducida.

Notas.

Antes del despegue, la mayoría de la potencia se emplea en incrementar la energía cinética (velocidad), un poco en vencer la resistencia, y ninguna en adquirir energía potencial (altura). En el inicio del ascenso, nos encontramos con una situación curiosa: estamos ascendiendo y acelerando al mismo tiempo.

Finalmente, en la fase de ascenso constante, la mayoría de la potencia se emplea en adquirir energía potencial (altura), alguna en vencer la resistencia, y ninguna en incrementar la energía cinética (velocidad).

Sumario.

- Planificar el despegue es sumamente importante, sobre todos en aeródromos no conocidos y/o en condiciones desfavorables.
- Tomar la decisión de despegar es también importante. Recordemos: "El despegue es opcional pero el aterrizaje es obligatorio".
- La velocidad de rotación (**Vr**) corresponde a aquella a la cual comienza a "despegarse" el avión de la superficie de soporte para llevarlo al aire.
  Vx representa la velocidad de mejor ángulo de ascenso (proporciona mayor ganancia de altitud en la menor distancia horizontal posible).
  Vy designa a la velocidad de mejor tasa de ascenso (proporciona la mayor ganancia de altitud en el menor tiempo posible).
- El despegue debe hacer siempre -salvo fuerza mayor- viento en cara.
- En aeródromos con torre se necesita autorización antes de despegar. Esta autorización supone que la pista está libre (debemos cerciorarnos) y no es extensible a todo el espacio aéreo. Una vez en el aire comprobar otros tráficos. La responsabilidad última es siempre del piloto.
- En aeródromos no controlados debemos extremar las precauciones, estar atentos a la radio y comunicar nuestros movimientos para conocimiento de otros posibles tráficos.
- No abrir gases súbitamente sino de forma progresiva. Algunos constructores recomiendan que se haga en no menos de dos segundos.
- Salvo en despegues con viento cruzado, los alerones deben mantenerse nivelados y el timón de profundidad en posición neutral o ligeramente retrasado.
- Durante la carrera de despegue chequear instrumentos "en verde", motor rindiendo a tope, pista que queda disponible, etc..
- Mantener el eje de la pista desde que se inicia el despegue hasta que se alcanza la altura de seguridad.
- Los talones de los pies deben mantenerse en el suelo para no presionar los frenos de forma casual.
- Aplicar pié derecho durante la maniobra para corregir la tendencia a guiñar a la izquierda.
- Antes del despegue, la mayoría de la potencia se emplea en aumentar la energía cinética (velocidad), algo en vencer la resistencia, y nada en adquirir energía potencial (altura); en el inicio del ascenso, se produce una situación curiosa: se está ascendiendo y acelerando al mismo tiempo; finalmente, en la fase de ascenso constante, la mayoría de la potencia se emplea en adquirir energía potencial (altura), alguna en vencer la resistencia, y ninguna en incrementar la energía cinética (velocidad).

- **Despegue normal.**
  - Realizado el chequeo pre-takeoff y recibida autorización de la torre, con el avión alineado con el centro de la pista aplicar gases a tope; durante la carrera seguir las pautas dadas con anterioridad.
  - A medida que crece la velocidad tirar algo de "cuernos" (aprox.3º de morro arriba) para aligerar peso sobre la rueda de morro.
  - Con velocidad de rotación *Vr* rotar el avión a una posición de despegue (morro arriba aprox.7,5º) y cuando el anemómetro marca *Vy* llevar el avión al aire.
  - Mantener *Vy* hasta alcanzar la altura de seguridad adecuada.

- **Despegue con obstáculos.**
    - Algunos manuales recomiendan poner un punto de flaps. Usar la pista desde el principio. Aplicar gases a tope con el avión frenado y cuando el motor alcance su máxima potencia soltar los frenos (despegue "estático") para mayor seguridad.
    - Las dos técnicas propugnadas por los expertos, mantienen que la velocidad de ascenso en este caso es *Vx*. La única diferencia entre ambas estriba en cuando rotar: una opta por hacerlo con velocidad *Vr* lo mismo que en un despegue normal, mientras que la otra sostiene que mantener el avión en la pista hasta alcanzar *Vx* y entonces rotar produce menor resistencia.
    - En cualquier caso, la clave de este procedimiento es ascender con *Vx* hasta sobrepasar el obstáculo. Una vez salvado, bajar un poco el morro para acelerar a Vy y mantener esa velocidad hasta alcanzar la altura de seguridad.

© M.A.Muñoz May/2001